

METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING A PIEZOELECTRIC ACTUATOR

Publication number: WO0068558 (A1)

Publication date: 2000-11-16

Inventor(s): REISCHL ROLF; RUEHLE WOLFGANG; KEIM NORBERT

Applicant(s): BOSCH GMBH ROBERT [DE]

Classification:

- international: F02M51/00; F02D41/20; F02M51/06; F02M59/46; H01L41/04; H01L41/083; H02N2/00; H02N2/06; F02M63/00; F02M51/00; F02D41/20; F02M51/06; F02M59/00; H01L41/00; H01L41/083; H02N2/00; H02N 2/02; F02M63/00; (IPC1-7): F02D41/20

- European: F02M59/46E2; F02D41/20P; F02M51/06A

Application number: WO2000DE01360 20000429

Priority number(s): DE19991021456 19990508

Also published as:

DE19921456 (A1)

EP1179129 (A1)

EP1179129 (B1)

JP2002544424 (T)

CN1349590 (A)

Cited documents:

EP0371469 (B1)

DE19733560 (A1)

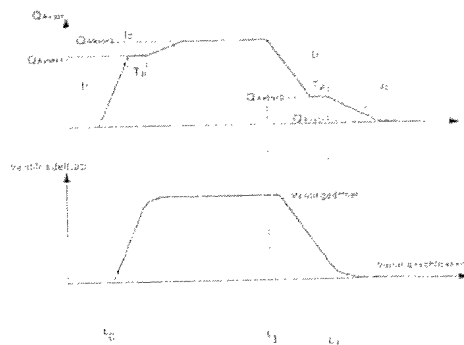
EP0871229 (A1)

US4726389 (A)

JP62053183 (A)

Abstract of WO 0068558 (A1)

The invention relates to a method and a device which is used to prevent overshooting and rebounding in a high-pressure injection valve that is provided with a piezoelectric actuator. A circuit arrangement for controlling the piezoelectric actuator is configured in such a way that said arrangement first reloads the actuator only over a partial lifting (Qactuator1) with a maximum gradient (I1) and after a pause loads the actuator with another gradient (I2) in order to reach the final lifting (Qactuator2). The rest loading phase (Qactuator1 Tp, dQactuator/dt2, Qactuator2), (Qactuator3 Tp, dQactuator/dt2, Qactuator4) is chosen in such a way that an aperiodic transition is approximated towards the final value for the mechanical system consisting of the actuator, the valve needle and the hydraulic equipment.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : F02D 41/20	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/68558 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 16. November 2000 (16.11.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/01360 (22) Internationales Anmeldedatum: 29. April 2000 (29.04.00) (30) Prioritätsdaten: 199 21 456.5 8. Mai 1999 (08.05.99) DE (71) Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE). (72) Erfinder: REISCHL, Rolf; Goslarer Strasse 21, D-70499 Stuttgart (DE). RUEHLE, Wolfgang; Steinstrasse 22, D-71254 Ditzingen (DE). KEIM, Norbert; Traminer Weg 10, D-74369 Loechgau (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING A PIEZOELECTRIC ACTUATOR

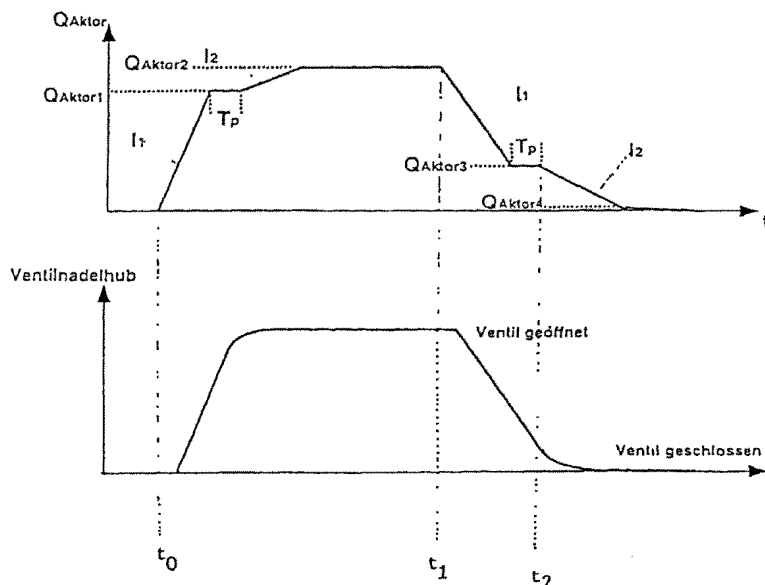
(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ANSTEUERUNG EINES PIEZOELEKTRISCHEN AKTORS

(57) Abstract

The invention relates to a method and a device which is used to prevent overshooting and rebounding in a high-pressure injection valve that is provided with a piezoelectric actuator. A circuit arrangement for controlling the piezoelectric actuator is configured in such a way that said arrangement first reloads the actuator only over a partial lifting ($Q_{\text{actuator1}}$) with a maximum gradient (I_1) and after a pause loads the actuator with another gradient (I_2) in order to reach the final lifting ($Q_{\text{actuator2}}$). The rest loading phase ($Q_{\text{actuator1}} T_p$, $dQ_{\text{actuator}}/dt_2$, $Q_{\text{actuator2}}$), ($Q_{\text{actuator3}} T_p$, $dQ_{\text{actuator}}/dt_2$, $Q_{\text{actuator4}}$) is chosen in such a way that an aperiodic transition is approximated towards the final value for the mechanical system consisting of the actuator, the valve needle and the hydraulic equipment.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung, mit der Überspringen und Prellen eines mit einem piezoelektrischen Aktor ausgestatteten Hochdruckeinspritzventils vermieden werden. Eine Schaltungsanordnung zur Ansteuerung des piezoelektrischen Aktors ist so gestaltet, dass sie den Aktor zunächst nur über eine Teilhub (Q_{Aktor1}) mit einer maximalen Steigung (I_1) umlädt und nach einer Pause mit einer anderen Steigung (I_2) zum Erreichen des endgültigen Hubs (Q_{Aktor2}) lädt. Dabei ist die Restladephase ($Q_{\text{Aktor1}} T_p$, dQ_{Aktor}/dt_2 , Q_{Aktor2}), ($Q_{\text{Aktor3}} T_p$, dQ_{Aktor}/dt_2 , Q_{Aktor4}) so gewählt, dass für das mechanische System aus Aktor-Ventilnadel-Hydraulik ein aperiodischer Übergang zum Endwert angenähert wird.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

5

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ANSTEUERUNG EINES
PIEZOELEKTRISCHEN AKTORS

10

Stand der Technik

15

Die Erfindung befaßt sich mit einem Verfahren zur Ansteuerung eines piezoelektrischen Aktors, wie er insbesondere in einem Hochdruckeinspritzventil eines Kraftfahrzeugeinspritzsystems eingesetzt ist, und mit einer Schaltungsanordnung zur Durchführung dieses Verfahrens.

20

Ein derartiges Verfahren ist aus DE 197 33 560 A1 bekannt.

25

Piezoelektrische Aktoren lassen sich besonders vorteilhaft als Aktoren für Einspritzventile in Kraftfahrzeugen einsetzen, da sie bekanntermaßen die Eigenschaft aufweisen, sich in Abhängigkeit von einer daran angelegten Spannung zusammenzuziehen oder auszudehnen. Der Vorteil ist insbesondere dort ausgeprägt, wenn ein solches Einspritzventil, wie im Kraftfahrzeug, schnelle oder häufige Bewegungen auszuführen hat. Allgemein sind piezoelektrische Elemente kapazitive Verbraucher, die sich entsprechend dem jeweiligen Ladungszustand bzw. der sich daran einstellenden oder angelegten Spannung zusammenziehen und ausdehnen.

30

35

Bei einem mit einem piezoelektrischen Aktor ausgerüsteten Kraftstoffeinspritzventil kann es, vor allem, wenn eine zeitlich variierende Lade- und Entladegeschwindigkeit

- 2 -

auftritt, zu mehr oder weniger stark ausgeprägten Einschwingvorgängen kommen.

Bei dem in der oben erwähnten DE 197 33 560 A1
5 beschriebenen piezoelektrischen Aktor wird ein im
Ladestromkreis desselben vorgesehener Schalter bzw. ein im
Entladestromkreis vorgesehener Schalter während des Ladens
bzw. Entladens wiederholt derart betätigt, daß das
piezoelektrische Aktorelement durch einen vorgegebenen
10 mittleren Lade- bzw. Entladestrom auf eine vorgegebene
Spannung gebracht wird. Dabei wird durch das wiederholte
Öffnen und Schließen des jeweiligen Schalters ein
getaktetes Laden bzw. Entladen durchgeführt.

15 Bei kürzlich entwickelten mit piezoelektrischem Aktor
ausgerüsteten Hochdruckeinspritzventilen für die
Benzindirekteinspritzung im Kraftfahrzeug soll bei kurzen
Einspritzzeiten eine gute Reproduzierbarkeit und Linearität
der Einspritzmenge über der Ventilöffnungszeit (nachstehend
20 abgekürzt DFR) sichergestellt werden. Das Problem dabei ist
jedoch, daß, je kürzer die Öffnungszeit eines solchen
Hochdruckeinspritzventils wird, der DFR beim Öffnen durch
das Überspringen einer stark beschleunigten Ventilnadel
wieder verschlechtert wird. Darüberhinaus führt das Prellen
25 zu einem erhöhten Verschleiß der Anschlagpartner. Umgekehrt
kann es beim Schließen eines schnellen
Hochdruckeinspritzventils zum Abprallen der Ventilnadel am
Ventilsitz kommen, was wiederum den DFR verschlechtert und
die Ventilnadel und den Ventilsitz unnötig verschleißt.

30 In magnetisch betriebenen Hochdruckeinspritzventilen wird
die Schwingungsdämpfung, Prellervermeidung und der
Verschleißschutz mit mechanischen Konstruktionen gelöst.

35 In der beiliegenden Figur 1 sind in Form zweier
Zeitdiagramme die zeitlichen Abläufe an einem mit einem

- 3 -

piezoelektrischen Aktor ausgerüsteten und bekannten Hochdruckeinspritzventil verdeutlicht.

Das obere Zeitdiagramm zeigt, daß der bekannte
5 piezoelektrische Aktor vom Zeitpunkt t_0 an mit einer
einzigen Ladung (Hub) Q_{Aktor1} , mit einer der Steigung im
Diagramm entsprechenden Stromstärke I_1 zum Öffnen des
Ventils umgeladen wird. Dabei tritt am Ende dieses
Ladevorgangs mit Q_{Aktor1} ein starkes Überschwingen auf,
10 wodurch, wie mit A im unteren Teil der Figur 1 angedeutet
ist, eine Schwingung der Ventilnadel im geöffneten Zustand
verursacht wird. Nach einer bestimmten Ventilöffnungszeit
wird der piezoelektrische Aktor zum Schließen des
Hochdruckeinspritzventils mit derselben Ladung (Hub) Q_{Aktor1}
15 und in entgegengesetzter Richtung mit der negativen Steigung
 I_1 umgeladen. Das Ventil schließt plötzlich, wobei es zum
Prellen der Ventilnadel am Ventilsitz kommt (β).

Aufgabe und Vorteile der Erfindung

20 Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine
Ansteuervorrichtung zur Ansteuerung eines piezoelektrischen
Aktors, der insbesondere in einem
Hochdruckeinspritznadelventil eines
25 Kraftfahrzeugeinspritzsystems eingesetzt ist, zu
ermöglichen, wobei eine Schwingungsdämpfung, die
Überschwinger beim Öffnen des Ventils, und dadurch den
schädlichen Einfluß auf den DFR und Verschleiß vermeidet,
und außerdem ein weiches Schließen des Einspritzventils
30 erreicht werden sollen, um dadurch ein Prellen des
Ventilglieds am Ventilsitz und den damit einhergehenden
Verschleiß zu vermeiden.

Diese Aufgabe wird anspruchsgemäß gelöst.

35 Die Erfindung benutzt die Möglichkeiten eines

- 4 -

piezoelektrischen Aktors zur zeitabhängigen Kraft-
Wegesteuerung, da der Weg und die Kraft eines solchen
Piezoaktors linear mit der aufgebrauchten Ladung steigt.

- 5 Erfindungsgemäß wird der Aktor beim Öffnen und Schließen
des Ventils nur über einen Teilhub mit maximaler Steigung
 I_1 umgeladen. Nach einer Pause wird mit einem weiteren Hub
und einer anderen Steigung I_2 , die kleiner ist als die
erste maximale Steigung I_1 , der endgültige Hub erreicht.
- 10 Die Restladephase wird so gewählt, daß für das mechanische
System, d. h. Aktor-Ventilnadel-Hydraulik ein aperiodischer
Übergang zum Endwert angenähert wird.
- 15 Zur Durchführung dieses Ansteuerverfahrens wird eine
Steuerschaltung für die Aktorendstufe so ausgelegt, daß die
Teilhübe, die Steigungen I_1 und I_2 und die Pausendauer
entsprechend den mechanischen Schwingeeigenschaften des
Systems Aktor-Ventilnadel-Hydraulik appliziert und
- 20 adaptiert werden können.
- Durch den Einsatz der oben beschriebenen
schwingungsdämpfenden elektrischen Ansteuerung werden
kostenintensive mechanische Dämpfungsmaßnahmen vermieden.
- 25 Ein weiterer Vorteil ist darin zu sehen, daß die Kennwerte
der Schwingungsdämpfung bei einer Änderung meßbarer
Systemparameter (z. B. Druck im Rail eines Common-Rail-
Einspritzsystems) während des Betriebs angepaßt werden
- 30 können, indem die von der Ansteuerschaltung in der Endstufe
zum Öffnen und Schließen des Ventils an den
piezoelektrischen Aktor jeweils zugeführten Stromstärken
und deren Dauer während des Betriebs verändert werden.
- 35 Nachstehend wird anhand der Zeichnung ein bevorzugtes
Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen

- 5 -

Ansteuerungsverfahrens am Beispiel eines mit einem piezoelektrischen Aktor ausgestatteten Hochdruckeinspritzventils beschrieben. Es ist jedoch zu bemerken, daß das erfindungsgemäße Ansteuerungsverfahren nicht nur bei der Ansteuerung eines in einem Hochdruckeinspritzventil eingesetzten piezoelektrischen Aktors sondern allgemein zum schnellen und sicheren Schalten von piezoelektrischen Aktoren anwendbar ist.

10 Zeichnung

Figur 1 zeigt in Form zweier Zeitdiagramme die bereits beschriebenen zeitlichen Abläufe beim Öffnen und Schließen eines Hochdruckeinspritzventils, welches mit Überschwingern und mit Prellen am Ventilsitz behaftet ist, und die einem piezoelektrischen Aktor dabei erteilten Hübe.

Figur 2 zeigt ebenfalls in Form zweier Zeitdiagramme das mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bei der Ansteuerung des beispielhaft im Hochdruckeinspritzventil eingesetzten piezoelektrischen Aktors erzielte Verhalten und die davon abhängigen Ventilhübe ohne Überschwingen und Prellen.

Figur 3 zeigt eine zur Durchführung des Verfahrens realisierte Schaltungsanordnung, d. h. eine Ansteuerschaltung mit Aktorendstufe.

Figur 4 zeigt die durch den piezoelektrischen Aktor fließenden Istströme bezogen auf das im oberen Teil der Figur 2 gezeigte Zeitdiagramm.

35

- 6 -

Ausführungsbeispiel

In der oberen Hälfte der Figur 2 ist in Form eines Zeitdiagramms die dem erfindungsgemäßen Verfahren entsprechende Funktion bei der Ansteuerung eines beispielhaft in einem Hochdruckeinspritzventil im Kraftfahrzeugeinspritzsystem eingesetzten piezoelektrischen Aktors dargestellt.

Beginnend mit dem Zeitpunkt t_0 wird der (nicht gezeigte) Aktor nur über einen Teilhub Q_{Aktor1} mit der maximalen Steigung $I_1 = dQ_{\text{Aktor}}/dt_1$ umgeladen. Der Weg und die Kraft des Aktors entspricht danach der aufgebrauchten Ladung Q_{Aktor1} . Nach einer Pause der Zeitdauer T_p erfolgt zum endgültigen Öffnen des Ventils ein weiterer Teilhub mit einer geringeren Umladesteigung $I_2 = dQ_{\text{Aktor}}/dt_2$ bis der endgültige Hub Q_{Aktor2} beim Öffnen des Ventils erreicht ist.

Nach einer bestimmten Zeit, d. h. zum Zeitpunkt t_1 , beginnt erneut eine Umladung zum Schließen des Ventils zunächst mit dem Hub Q_{Aktor3} mit der der Stromstärke entsprechenden Steigung I_1 . Dann folgt eine Pause der Dauer T_p und vom Zeitpunkt t_2 am Ende der Pause T_p beginnt die restliche Umladung mit Q_{Aktor4} und der geringeren Steigung I_2 bis das Ventil geschlossen ist.

Die Restladephase (Q_{Aktor1} T_p , dQ_{Aktor}/dt_2 , Q_{Aktor2}), (Q_{Aktor3} T_p , dQ_{Aktor}/dt_2 , Q_{Aktor4}) wird demnach so gewählt, daß für das mechanische System: Aktor-Ventilnadel-Hydraulik ein aperiodischer Übergang zum Endwert angenähert wird, wie dies in dem im unteren Teil der Figur 2 dargestellten Zeitdiagramm für den erreichten Ventilmadelhub veranschaulicht ist.

Zur Realisierung dieses Verfahrens ist erfindungsgemäß eine in Figur 3 als Blockschaltbild dargestellte

- 7 -

Schaltungsanordnung, d. h. eine Ansteuerschaltung für die Aktorendstufe so ausgelegt, daß die Hübe Q_{Aktor1} und Q_{Aktor2} , die den Steigungen entsprechenden Stromstärken $I_1 = dQ_{\text{Aktor}}/dt_1$ und $I_2 = dQ_{\text{Aktor}}/dt_2$ und die Pausendauer T_p entsprechen den mechanischen Schwingeeigenschaften des Systems: Aktor-Ventilnadel-Hydrauliksystems appliziert und adaptiert werden können.

Die am Messwiderstand R_{mess} , der in Reihe zum piezoelektrischen Aktor liegt, gemessenen Istströme und die am Spannungsmessteiler abfallenden Istspannungen werden jeweils in Zweipunktreglern mit von einem Mikrocomputer μC ermittelten Sollwerten verglichen und die daraus sich ergebenden Differenzsignale einer Endstufenlogik zugeführt, welche die erfindungsgemäße Ladezeiten festlegt und entsprechende Signale Treibergliedern der Endstufe zuführt.

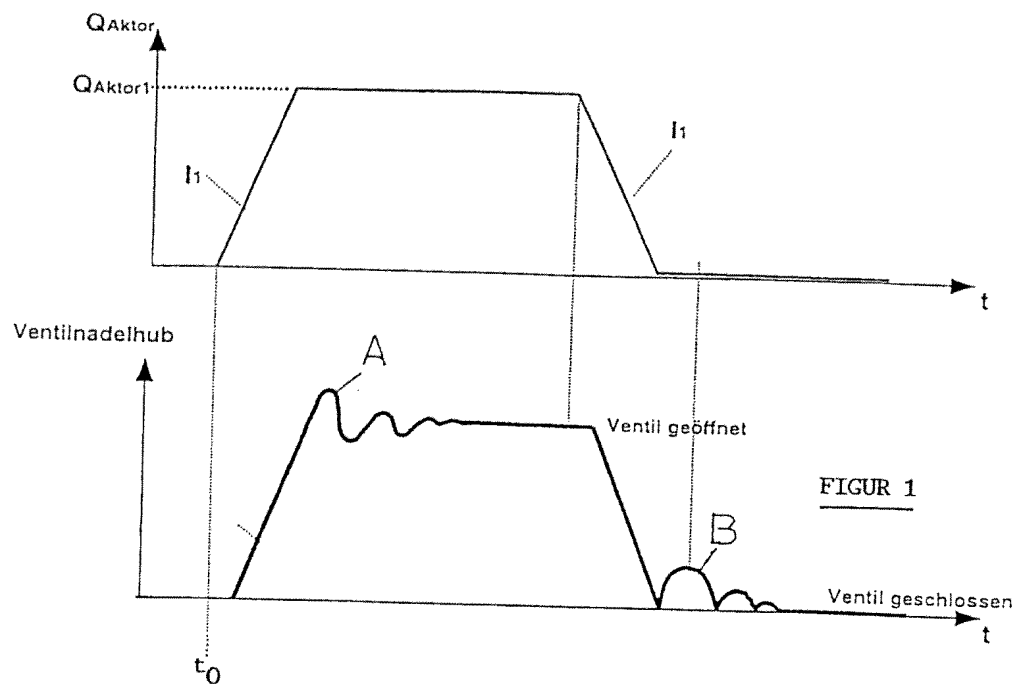
Figur 4 zeigt die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren realisierten, durch den piezoelektrischen Aktor strömenden Istströme im Vergleich mit dem im oberen Teil der Figur 2 gezeigten, die Sollströme über die Steigungen I_1 , I_2 veranschaulichenden Zeitdiagramm.

5 PATENTANSPRÜCHE

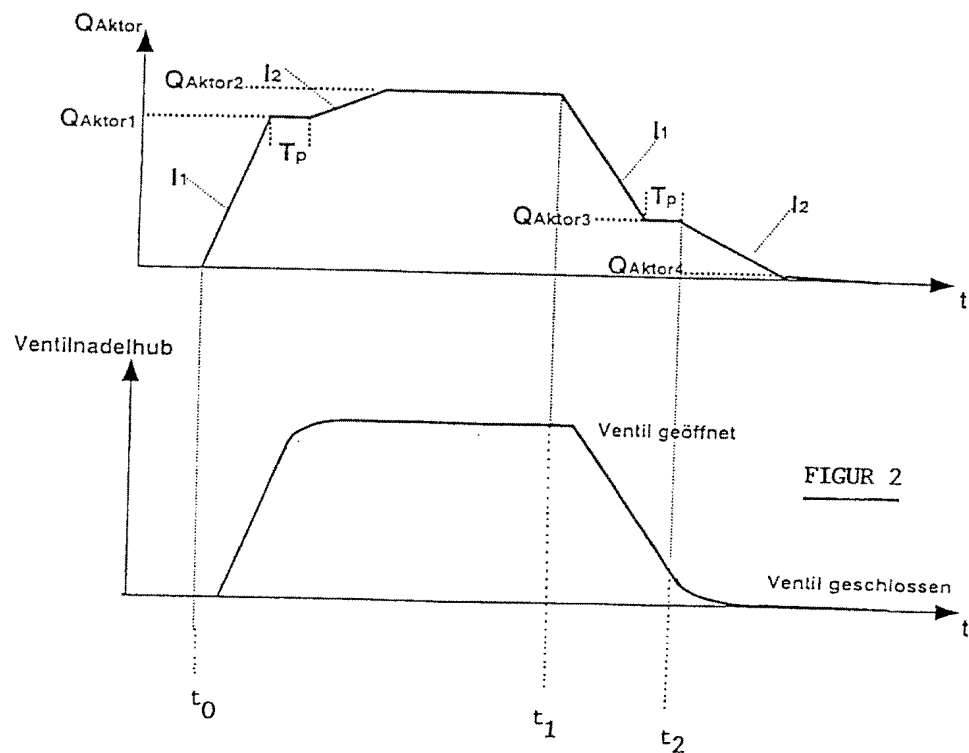
1. Verfahren zur Ansteuerung eines in einem Einspritzventil, insbesondere Hochdruckeinspritznadelventil
10 eines Kraftfahrzeugeinspritzsystems eingesetzten piezoelektrischen Aktors mit einer den piezoelektrischen Aktor zum Öffnen und Schließen des Ventils in mehreren Zeitintervallen ladenden bzw. entladenden Ansteuerschaltung, dadurch gekennzeichnet, daß
15 beim Öffnen und Schließen des Ventils der piezoelektrische Aktor anfänglich mit einer ersten Teilladung (Q_{Aktor1}) mit einer maximalen Steigung ($I_1 = dQ_{\text{Aktor}}/dt_1$) umgeladen wird,
20 daß der piezoelektrische Aktor nach einer darauffolgenden Pause (T_p) in derselben Richtung mit einer zweiten Teilladung auf den endgültigen Hub (Q_{Aktor2}) geladen wird, wobei die Steigung ($I_2 = dQ_{\text{Aktor}}/dt_1$) für die zweite Teilladung kleiner sein kann als die maximale Steigung (I_1) des ersten
25 Teilhubs, so daß beim Öffnen bzw. Schließen des Ventils kein Überschwinger auftritt, und
daß die Restladephase (Q_{Aktor1} , T_p , dQ_{Aktor}/dt_2 , Q_{Aktor2}), (Q_{Aktor3} , T_p , dQ_{Aktor}/dt_2 , Q_{Aktor4}) so gewählt ist, daß für das
30 mechanische System (Aktor, Ventilglied, Hydraulik) ein aperiodischer Übergang zum Endwert angenähert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die der maximalen Steigung entsprechende Stromstärke (I_1)
35 so gewählt wird, daß der für den Anschlag relevante Strom (I_2) nicht erreicht wird.

- 9 -

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Pausendauer (T_p) zum Öffnen und Schließen des Ventils jeweils unterschiedlich gewählt ist.
- 5 4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Pausendauer (T_p) im Grenzfall Null ist.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die mechanischen Schwingeigenschaften des Aktor-
- 10 Ventilglied-Hydrauliksystems ermittelt und entsprechend dieser ermittelten Systemparameter die Größen und Steigungen für die Aktorhübe angepaßt werden.
6. Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens nach
- 15 einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerschaltung für die Endstufe eines piezoelektrischen Aktors für ein Einspritzventil eines Kraftfahrzeugeinspritzsystems so ausgelegt ist, daß die zum Öffnen und Schließen des Ventils vom piezoelektrischen
- 20 Aktor ausgeübten Teilhübe ($Q_{\text{Aktor1}}, Q_{\text{Aktor2}}, Q_{\text{Aktor3}}, Q_{\text{Aktor4}}$), die den Steigungen entsprechenden Stromstärken ($I_1 = dQ_{\text{Aktor}}/dt_1$ und $I_2 = dQ_{\text{Aktor}}/dt_2$) und die Pause (T_p) entsprechend den mechanischen Schwingeigenschaften des Systems: Aktor-Ventilglied-Hydraulik appliziert und adaptiert werden.



FIGUR 1



FIGUR 2

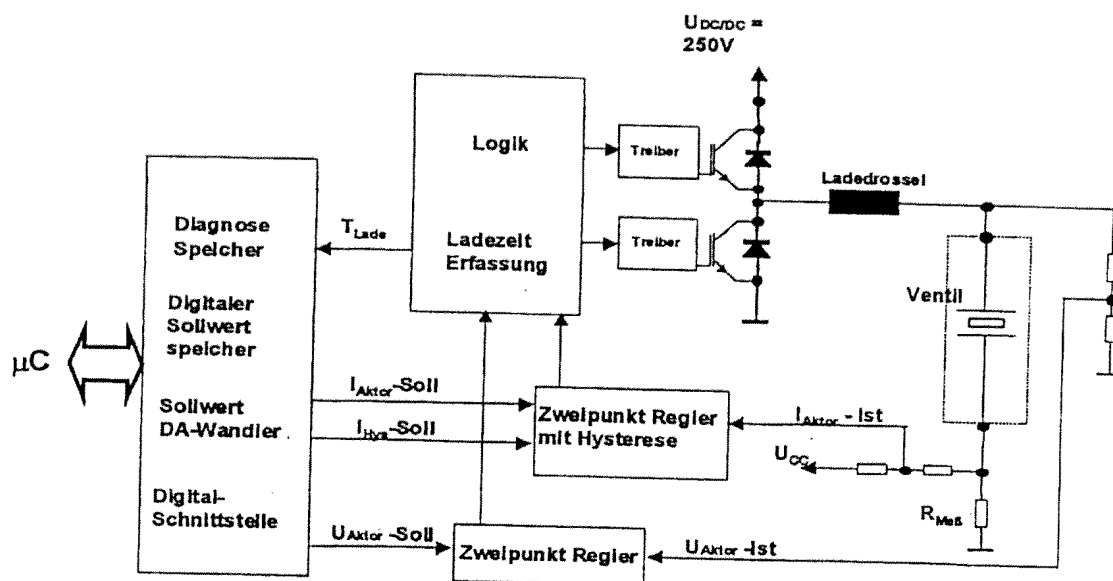


FIG. 3

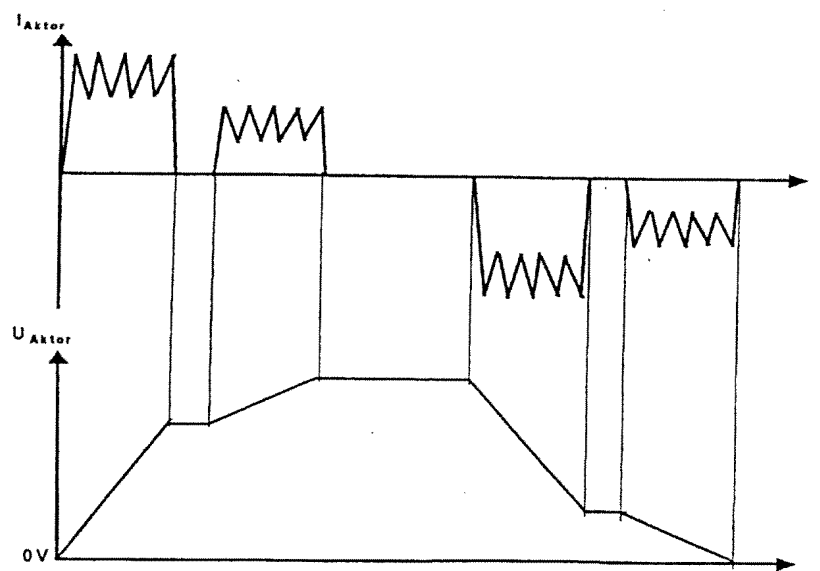


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 00/01360

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 F02D41/20		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 F02D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EP0-Internal, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 371 469 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 6 June 1990 (1990-06-06) column 2, line 1 - line 30 column 3, line 13 - line 14 column 16, line 31 - line 56 figure 14 ---	1-3,5,6
X	DE 197 33 560 A (BOSCH GMBH ROBERT) 4 February 1999 (1999-02-04) column 4, line 17 - line 19 figure 7 ---	1
X	EP 0 871 229 A (BOSCH GMBH ROBERT) 14 October 1998 (1998-10-14) column 12, line 6 -column 12, line 41 figure 5 ---	1
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 12 September 2000		Date of mailing of the international search report 19/09/2000
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Bradley, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 00/01360

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 726 389 A (ITO SHOJI ET AL) 23 February 1988 (1988-02-23) column 1, line 43 - line 56 figure 5	1-6
A	----- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 240 (E-529), 6 August 1987 (1987-08-06) & JP 62 053183 A (NIPPON SOKEN INC), 7 March 1987 (1987-03-07) abstract -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/01360

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0371469 A	06-06-1990	JP 2185649 A JP 2513011 B DE 68921047 D DE 68921047 T US 5057734 A	20-07-1990 03-07-1996 23-03-1995 14-06-1995 15-10-1991
DE 19733560 A	04-02-1999	CZ 9901103 A WO 9907026 A EP 0929911 A	13-10-1999 11-02-1999 21-07-1999
EP 0871229 A	14-10-1998	DE 19714608 A	15-10-1998
US 4726389 A	23-02-1988	NONE	
JP 62053183 A	07-03-1987	US 4705003 A	10-11-1987

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 00/01360

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F02D41/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F02D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EP0-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 371 469 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 6. Juni 1990 (1990-06-06) Spalte 2, Zeile 1 - Zeile 30 Spalte 3, Zeile 13 - Zeile 14 Spalte 16, Zeile 31 - Zeile 56 Abbildung 14	1-3,5,6
X	DE 197 33 560 A (BOSCH GMBH ROBERT) 4. Februar 1999 (1999-02-04) Spalte 4, Zeile 17 - Zeile 19 Abbildung 7	1
X	EP 0 871 229 A (BOSCH GMBH ROBERT) 14. Oktober 1998 (1998-10-14) Spalte 12, Zeile 6 - Spalte 12, Zeile 41 Abbildung 5	1
	--- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. September 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

19/09/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bradley, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/01360

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 726 389 A (ITO SHOJI ET AL) 23. Februar 1988 (1988-02-23) Spalte 1, Zeile 43 - Zeile 56 Abbildung 5 -----	1-6
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 240 (E-529), 6. August 1987 (1987-08-06) & JP 62 053183 A (NIPPON SOKEN INC), 7. März 1987 (1987-03-07) Zusammenfassung -----	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 00/01360

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0371469 A	06-06-1990	JP 2185649 A JP 2513011 B DE 68921047 D DE 68921047 T US 5057734 A	20-07-1990 03-07-1996 23-03-1995 14-06-1995 15-10-1991
DE 19733560 A	04-02-1999	CZ 9901103 A WO 9907026 A EP 0929911 A	13-10-1999 11-02-1999 21-07-1999
EP 0871229 A	14-10-1998	DE 19714608 A	15-10-1998
US 4726389 A	23-02-1988	KEINE	
JP 62053183 A	07-03-1987	US 4705003 A	10-11-1987

